

Hasil Penelitian Yang Tidak Dipublikasikan

**WebPlotDigitizer: Solusi Efisien  
untuk Digitasi Data Grafik dalam  
Penelitian Ilmiah**



**Yusuf Lestanto, ST., MSc., MBA  
Berkah I. Santoso, ST, MTI  
Guson P. Kuntarto, ST, M.Sc  
Irwan Prasetya Gunawan, Ph.D**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE  
Genap 2024/2025**

# Daftar Isi

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>2</b>
<b>1 Pendahuluan</b>	<b>3</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	3
1.2 Permasalahan . . . . .	3
1.3 Tujuan dan Kontribusi . . . . .	4
<b>2 Tinjauan Pustaka</b>	<b>6</b>
2.1 Metode Manual dan Otomatis . . . . .	6
2.2 Perbandingan Tools Populer . . . . .	7
2.3 Studi Validitas dan Reliabilitas . . . . .	8
<b>3 Metodologi</b>	<b>10</b>
3.1 Deskripsi WebPlotDigitizer . . . . .	10
3.2 Fitur Utama dan Langkah Penggunaan . . . . .	11
3.2.1 Akses dan Persiapan . . . . .	12
3.2.2 Kalibrasi Sumbu . . . . .	13
3.2.3 Ekstraksi Data . . . . .	13
3.2.4 Ekspor Data . . . . .	14
<b>4 Pembahasan dan Diskusi</b>	<b>15</b>
4.1 Ekstraksi Data dari Grafik XY . . . . .	15
4.2 Analisis Hasil Ekstraksi . . . . .	17
4.3 Diskusi . . . . .	17
4.3.1 Kelebihan WebPlotDigitizer . . . . .	17
4.3.2 Keterbatasan . . . . .	18
<b>5 Kesimpulan dan Saran</b>	<b>20</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	20
5.2 Saran . . . . .	21

# LEMBAR PENGESAHAN HASIL PENELITIAN YANG TIDAK DIPUBLIKASIKAN

Judul Penelitian : WebPlotDigitizer: Solusi Efisien untuk Digitasi Data Grafik dalam Penelitian Ilmiah

Peneliti Utama

a. Nama : Yusuf Lestanto, ST., MSc., MBA

b. Jenis kelamin : Laki-laki

c. Pangkat/Golongan/NIDN : Lektor / IIIb / 0302057105

d. Bidang Keahlian : Struktur Data, Pemrograman Berorientasi Obyek, Sistem Basis Data

e. Program Studi : Informatika

Tim Peneliti : Irwan Prasetya Gunawan, PhD.  
Berkah I. Santoso, ST.  
Guson P. Kuntarto, ST, M.Sc

Jakarta, 10 Agustus 2025

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengembangan

Peneliti Utama

Prof. Deffi Ayu Puspito Sari, Ph.D.  
NIDN: 0308078203

Yusuf Lestanto, ST., MSc., MBA.  
NIDN: 0302057105

# ABSTRAK

Ekstraksi data dari grafik penting dalam penelitian ilmiah ketika data numerik asli tidak tersedia, misalnya untuk meta-analisis, replikasi, dan verifikasi hasil. Paper ini mengevaluasi WebPlotDigitizer sebagai solusi berbasis web untuk digitasi berbagai jenis grafik (XY, batang, polar, ternary) dengan menelaah alur kerja inti—kalibrasi sumbu, ekstraksi (otomatis dan manual), serta ekspor data—dan mendemonstrasikannya melalui studi kasus grafik XY. Studi kasus menunjukkan bahwa alur kerja yang sistematis menghasilkan data yang konsisten untuk grafik dengan sumbu jelas; mode otomatis efektif pada grafik berkontras baik, sementara mode manual lebih andal pada grafik dengan noise, kurva berdekatan, atau kualitas gambar rendah. Temuan ini selaras dengan literatur yang melaporkan validitas dan reliabilitas tinggi alat digitizer modern, termasuk WebPlotDigitizer, dibanding metode manual. Kami juga membahas kelebihan (aksesibilitas berbasis web, fleksibilitas mode, ekspor data) dan keterbatasannya (sensitivitas terhadap noise visual, ketergantungan koneksi internet, kebutuhan penyesuaian manual pada grafik kompleks), serta memberikan saran praktis untuk peningkatan akurasi (pemilihan gambar beresolusi tinggi dan kalibrasi cermat) dan arah pengembangan (dukungan offline dan algoritme deteksi yang lebih robust). Paper diakhiri dengan rekomendasi penggunaan WebPlotDigitizer untuk skenario penelitian yang menuntut efisiensi dan reproduktibilitas ekstraksi data.

**Kata kunci:** ekstraksi data grafik, WebPlotDigitizer, digitasi data, validitas, reliabilitas, meta-analisis, reproduktibilitas.

# Bab 1

## Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Pada banyak publikasi ilmiah, data mentah yang menjadi dasar analisis dan kesimpulan penelitian sering kali hanya tersedia dalam bentuk visual, seperti grafik atau diagram, tanpa disertai tabel data numerik yang lengkap. Kondisi ini menjadi tantangan tersendiri bagi peneliti lain yang ingin melakukan meta-analisis, replikasi studi, atau sekadar melakukan verifikasi terhadap hasil penelitian tersebut. Ketika data asli tidak dapat diakses secara langsung dari penulis atau sumber aslinya, ekstraksi data dari grafik menjadi satu-satunya solusi yang memungkinkan. Namun, proses ekstraksi secara manual, misalnya dengan mengukur koordinat titik pada grafik menggunakan penggaris atau perangkat lunak sederhana, sangat memakan waktu, membutuhkan ketelitian tinggi, dan rentan terhadap kesalahan manusia, seperti salah baca skala atau salah interpretasi posisi titik data [1].

Seiring berkembangnya kebutuhan akan data yang akurat dan efisien, berbagai alat digital mulai dikembangkan untuk mengotomatisasi proses ekstraksi data dari grafik. Salah satu alat yang paling populer dan banyak digunakan adalah WebPlotDigitizer. Alat ini menawarkan solusi berbasis web yang mampu mengekstrak data numerik dari berbagai jenis grafik secara cepat dan akurat. Dengan fitur-fitur seperti kalibrasi sumbu otomatis, deteksi titik data, serta kemampuan mengekspor hasil dalam berbagai format, WebPlotDigitizer secara signifikan meningkatkan efisiensi kerja peneliti. Selain itu, penggunaan alat ini juga meminimalkan potensi kesalahan yang sering terjadi pada metode manual, sehingga hasil ekstraksi data menjadi lebih dapat diandalkan untuk keperluan analisis lanjutan [2].

### 1.2 Permasalahan

Penggunaan metode manual untuk ekstraksi data dari grafik menuntut ketelitian dan konsentrasi yang tinggi dari operator. Setiap langkah, mulai dari mengidentifikasi titik data hingga mencatat nilai numerik, sangat bergantung pada keakuratan

pengamatan individu. Hal ini menyebabkan adanya variabilitas hasil antar operator, di mana dua orang yang mengekstrak data dari grafik yang sama bisa saja menghasilkan data yang berbeda. Variabilitas ini dapat berdampak pada keandalan data yang dihasilkan, terutama jika data tersebut akan digunakan untuk analisis statistik lanjutan atau meta-analisis [3].

Permasalahan semakin kompleks ketika grafik yang akan diekstrak memiliki banyak seri data, titik yang saling berdekatan, atau menggunakan warna dan simbol yang mirip. Tingkat kesulitan meningkat ketika grafik yang dicetak ulang dengan kualitas rendah atau mengalami distorsi akibat pemindaian. Dalam kondisi seperti ini, operator manual sering kali kesulitan membedakan antara titik data yang valid dan noise visual, sehingga meningkatkan risiko kesalahan pencatatan.

Selain itu, proses manual sangat membutuhkan waktu, terutama jika jumlah grafik yang harus diekstrak cukup banyak atau jika grafik tersebut memiliki ratusan hingga ribuan titik data. Keterbatasan waktu dan sumber daya manusia menjadi kendala tersendiri dalam penelitian yang membutuhkan data dalam jumlah besar. Permasalahan-permasalahan tersebut yang mendorong kebutuhan akan alat digital yang tidak hanya mampu mengekstraksi data secara otomatis, tetapi juga dapat memberikan hasil yang valid, konsisten, dan dapat direproduksi oleh siapa pun, terlepas dari tingkat pengalaman operator. Dengan demikian, penggunaan alat digital seperti WebPlotDigitizer menjadi solusi yang sangat relevan untuk mengatasi tantangan ekstraksi data dari grafik dalam dunia penelitian modern.

### 1.3 Tujuan dan Kontribusi

Tulisan ini disusun dengan beberapa tujuan utama yang diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang ekstraksi data dari grafik. **Pertama**, untuk menjelaskan teori dasar serta berbagai metode yang dapat digunakan untuk mengekstraksi data numerik dari grafik. Penjelasan ini mencakup pendekatan manual yang telah lama digunakan, maupun pendekatan otomatis yang kini semakin berkembang seiring kemajuan teknologi digital. Dengan pemahaman teori dan metode yang komprehensif, diharapkan dapat dipahami pentingnya proses ekstraksi data dalam konteks penelitian ilmiah dan meta-analisis.

**Kedua**, memperkenalkan WebPlotDigitizer sebagai salah satu alat yang efisien dan akurat untuk ekstraksi data dari berbagai jenis grafik. Penjelasan mengenai fitur, keunggulan, serta cara kerja WebPlotDigitizer disajikan secara mendalam, sehingga dapat dipahami dan memanfaatkan alat ini secara optimal dalam kegiatan penelitian mereka.

**Ketiga**, sebagai kontribusi praktis dengan menyajikan studi kasus nyata yang mengilustrasikan langkah demi langkah penggunaan WebPlotDigitizer. Studi kasus ini diharapkan dapat menjadi panduan praktis bagi peneliti, mahasiswa, maupun profesional yang ingin mengekstrak data dari grafik secara mandiri, tanpa harus bergantung pada data asli yang mungkin sulit diakses.

**Keempat**, menganalisis kelebihan dan keterbatasan WebPlotDigitizer, baik dibandingkan dengan metode tradisional maupun dengan alat ekstraksi data lain yang tersedia. Analisis ini didasarkan pada hasil studi validitas dan reliabilitas dan tinjauan pustaka yang relevan. Dengan demikian, tulisan ini tidak hanya memberikan gambaran teknis penggunaan alat, tetapi juga menawarkan perspektif kritis yang dapat menjadi bahan pertimbangan dalam memilih metode atau alat ekstraksi data yang paling sesuai dengan kebutuhan penelitian.

## Bab 2

### Tinjauan Pustaka

#### 2.1 Metode Manual dan Otomatis

Metode manual untuk ekstraksi data dari grafik telah lama digunakan dalam berbagai bidang penelitian. Cara-cara tradisional yang masih sering dijumpai seperti menggunakan penggaris untuk mengukur posisi titik pada sumbu, menerapkan *grid overlay* pada gambar grafik di perangkat lunak grafis, atau bahkan menebak koordinat secara visual, terutama pada publikasi-publikasi lama yang hanya menyediakan data dalam bentuk visual. Namun, metode ini memiliki sejumlah keterbatasan mendasar. Selain prosesnya yang lambat dan memerlukan ketelitian tinggi, hasil ekstraksi sangat dipengaruhi oleh subjektivitas dan pengalaman operator. Variasi antar individu dalam membaca dan menafsirkan grafik dapat menyebabkan perbedaan hasil yang cukup signifikan, sehingga menurunkan reliabilitas data yang diperoleh [4].

Seiring berkembangnya teknologi, berbagai alat digital dikembangkan untuk mengotomatisasi proses ekstraksi data dari grafik. Salah satu alat yang paling banyak digunakan adalah WebPlotDigitizer, yang menawarkan antarmuka berbasis web dan mendukung berbagai jenis grafik, mulai dari scatter plot, bar chart, hingga diagram polar. Penelitian oleh Aydin dan Yassikaya [5] menunjukkan bahwa WebPlotDigitizer memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi dalam mengekstraksi data dari grafik *single-case design*, dengan korelasi yang sangat baik antara data hasil ekstraksi dan data asli. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Drevon et al. [4], yang membandingkan beberapa alat digitizer dan menemukan bahwa alat otomatis secara konsisten menghasilkan data yang lebih akurat dan dapat direproduksi dibandingkan metode manual.

Selain WebPlotDigitizer, beberapa alat lain seperti PlotDigitizer dan Getdata Graph Digitizer juga telah digunakan secara luas dalam penelitian [6]. Studi perbandingan yang dilakukan oleh Matsumoto et al. [7] and Rohatgi [8] menyoroti keunggulan WebPlotDigitizer dalam hal kemudahan penggunaan, fitur otomatisasi,

serta dukungan terhadap berbagai format grafik. Dengan demikian, literatur yang ada secara konsisten merekomendasikan penggunaan alat otomatis untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan konsistensi dalam ekstraksi data dari grafik.

## 2.2 Perbandingan Tools Populer

Dalam beberapa tahun terakhir, kebutuhan untuk mengekstraksi data numerik dari grafik telah mendorong pengembangan berbagai perangkat lunak digitizer. Tiga alat yang paling sering digunakan di kalangan peneliti adalah WebPlotDigitizer, PlotDigitizer, dan Engauge Digitizer. Masing-masing memiliki keunggulan dan keterbatasan yang perlu dipertimbangkan sesuai kebutuhan.

- **WebPlotDigitizer** merupakan aplikasi berbasis web yang populer karena kemudahan akses dan kelengkapan fiturnya. Aplikasi ini mendukung berbagai jenis grafik, seperti XY plot, bar chart, polar plot, dan ternary plot, sehingga fleksibel untuk berbagai kebutuhan penelitian. WebPlotDigitizer menawarkan dua mode ekstraksi, yaitu mode manual untuk presisi tinggi dan mode otomatis yang memanfaatkan algoritma deteksi warna dan bentuk untuk mempercepat proses ekstraksi data. Selain itu, memungkinkan untuk mengekspor data dalam berbagai format, seperti CSV dan Excel, serta menyediakan fitur kalibrasi sumbu yang akurat. Kelebihan lain adalah tidak memerlukan instalasi, sehingga dapat digunakan di berbagai sistem operasi selama terhubung ke internet. Namun, ketergantungan pada koneksi internet bisa menjadi kendala di lingkungan dengan akses terbatas.
- **PlotDigitizer** menawarkan keunggulan berupa ketersediaan dalam mode online maupun offline, sehingga dapat tetap berfungsi tanpa koneksi internet. Antarmuka yang intuitif membuat proses ekstraksi data menjadi lebih mudah, bahkan bagi pemula. PlotDigitizer juga mendukung berbagai jenis grafik dan menyediakan fitur tambahan seperti pengenalan otomatis titik data dan pengelolaan proyek. Namun, versi gratis dari PlotDigitizer memiliki keterbatasan fitur, seperti jumlah proyek yang dapat disimpan atau jenis grafik yang didukung, sehingga untuk penggunaan lanjutan sering kali diperlukan *upgrade* ke versi berbayar.
- **Engauge Digitizer** adalah alat open-source yang telah lama digunakan oleh komunitas peneliti dan insinyur. Keunggulan utama Engauge Digitizer terletak pada sifatnya yang gratis dan dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan pengguna. Alat ini mendukung berbagai format file gambar dan menyediakan fitur

dasar untuk ekstraksi data dari grafik. Namun, dibandingkan dengan WebPlotDigitizer dan PlotDigitizer, antarmuka Engauge Digitizer dinilai kurang intuitif dan modern, sehingga membutuhkan waktu adaptasi lebih lama, terutama bagi *user* baru. Selain itu, beberapa fitur otomatisasi yang tersedia di alat lain belum sepenuhnya diadopsi oleh Engauge Digitizer.

Secara keseluruhan, pemilihan alat digitizer sangat bergantung pada kebutuhan spesifik, preferensi *user*, dan ketersediaan sumber daya. WebPlotDigitizer unggul dalam hal aksesibilitas dan fitur otomatisasi, PlotDigitizer menawarkan fleksibilitas mode penggunaan, sementara Engauge Digitizer menjadi pilihan utama bagi mereka yang membutuhkan solusi open-source tanpa biaya lisensi. Tabel 2.1 menggambarkan perbandingan secara ringkas.

Tabel 2.1: Perbandingan Tools Ekstraksi Data Grafik

<b>Tool</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>Kekurangan</b>	<b>Aplikasi</b>
WebPlotDigitizer	Gratis, berbasis web, mendukung mode otomatis	Membutuhkan koneksi internet, performa menurun pada grafik dengan noise tinggi	Penelitian, meta-analisis
PlotDigitizer	Mode offline/online, antarmuka <i>user friendly</i>	Versi gratis terbatas fiturnya	Analisis data grafik
Engauge Digitizer	Open-source, gratis	Antarmuka kurang intuitif, keterbatasan pada grafik kompleks	Komunitas open-source
Metode Manual	Tidak memerlukan perangkat lunak khusus	Lambat, tingkat kesalahan tinggi	Grafik sederhana

### 2.3 Studi Validitas dan Reliabilitas

Validitas dan reliabilitas merupakan dua aspek krusial dalam menilai kualitas alat ekstraksi data dari grafik. Validitas mengacu pada sejauh mana data yang diekstraksi benar-benar merepresentasikan data asli yang terdapat pada grafik, sedangkan reliabilitas berkaitan dengan konsistensi hasil ekstraksi ketika proses dilakukan berulang kali atau oleh operator yang berbeda.

Penelitian yang dilakukan oleh Aydin dan Yassikaya [5] menguji validitas dan reliabilitas dua alat otomatis, yaitu WebPlotDigitizer dan PlotDigitizer, dalam meng-

ekstraksi data dari grafik *single-case design*. Dalam studi tersebut, data yang diekstraksi menggunakan kedua alat dibandingkan secara langsung dengan data asli yang tersedia. Hasilnya menunjukkan adanya korelasi yang sangat tinggi antara data hasil ekstraksi dan data asli, baik untuk WebPlotDigitizer maupun PlotDigitizer. Korelasi ini cukup signifikan yang menandakan bahwa kedua alat mampu mereproduksi data dengan tingkat akurasi yang sangat baik.

Penelitian tersebut juga menguji reliabilitas antar-operator dengan meminta beberapa individu melakukan ekstraksi data dari grafik yang sama. Hasilnya menunjukkan bahwa variasi antar-operator sangat kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua alat tersebut tidak hanya valid, tetapi juga reliabel untuk digunakan dalam berbagai konteks penelitian. Temuan ini diperkuat oleh studi-studi lain yang juga melaporkan hasil serupa, di mana penggunaan alat otomatis secara konsisten menghasilkan data yang akurat dan dapat direproduksi [4].

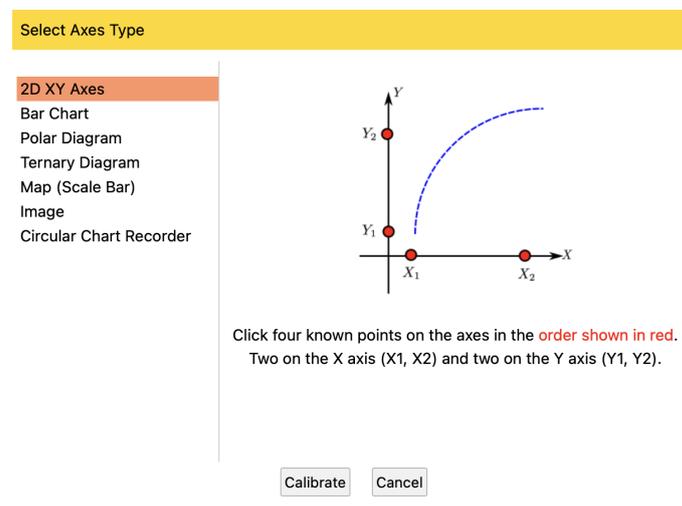
Dengan demikian, bukti empiris memberikan landasan kuat bahwa penggunaan WebPlotDigitizer dan PlotDigitizer dalam penelitian ilmiah dapat dipertanggungjawabkan. Peneliti dapat mengandalkan hasil ekstraksi data dari alat-alat ini untuk keperluan analisis lanjutan, meta-analisis, maupun replikasi studi, dengan potensi potensi bias yang kecil jika dibandingkan dengan metode manual.

## Bab 3

### Metodologi

#### 3.1 Deskripsi WebPlotDigitizer

WebPlotDigitizer adalah sebuah aplikasi berbasis web yang dirancang untuk memfasilitasi proses ekstraksi data numerik dari berbagai format grafik. Sebagai aplikasi web, WebPlotDigitizer memiliki keunggulan pada aksesibilitasnya. WebPlotDigitizer dapat diakses langsung melalui peramban internet, baik menggunakan Chrome, Firefox, Safari tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan. Hal ini menjadikannya pilihan yang sangat praktis bagi peneliti, mahasiswa, dan profesional yang membutuhkan alat digitasi data yang fleksibel dan mudah digunakan di berbagai sistem operasi.



Gambar 3.1: Pilihan sumbu untuk type image yang disupport oleh WebPlotDigitizer.

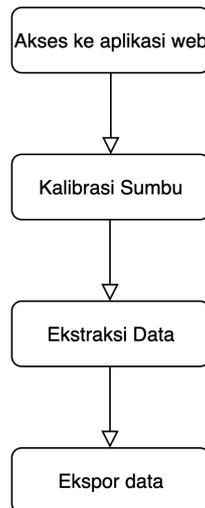
WebPlotDigitizer memiliki kemampuan untuk menangani beragam jenis grafik, menjadikannya sangat serbaguna untuk berbagai disiplin ilmu. Jenis-jenis grafik yang didukung meliputi (lihat gambar 3.1:

- **Grafik 2D (XY)** adalah jenis grafik yang paling umum, mencakup scatter plot, line plot, dan kurva fungsi, di mana data direpresentasikan dalam dua dimensi (sumbu X dan Y). WebPlotDigitizer mampu mengekstraksi koordinat titik-titik data ini dengan presisi tinggi.
- **Bar Chart (Grafik Batang)** untuk grafik batang dapat mengidentifikasi tinggi setiap batang dan mengonversinya menjadi nilai numerik yang sesuai dengan skala sumbu.
- **Diagram Polar dan Ternary:** WebPlotDigitizer juga mendukung ekstraksi data dari diagram yang lebih kompleks seperti diagram polar (digunakan untuk data yang melibatkan sudut dan radius) dan diagram ternary (digunakan untuk merepresentasikan proporsi tiga komponen).
- **Peta Berskala dan Diagram Lingkaran (Circular Chart Recorder):** Kemampuannya meluas hingga mengekstraksi informasi dari peta yang memiliki skala, serta diagram lingkaran yang merekam data secara kontinu dalam format melingkar.

Selain dukungan terhadap berbagai jenis grafik, WebPlotDigitizer dilengkapi dengan fitur-fitur canggih yang meningkatkan akurasi dan efisiensi ekstraksi. Fitur kalibrasi sumbu memungkinkan *user* untuk mendefinisikan skala sumbu X dan Y dengan memasukkan nilai numerik pada dua titik referensi, memastikan data yang diekstrak sesuai dengan skala asli grafik. Deteksi titik otomatis adalah fitur yang sangat berguna untuk grafik dengan banyak titik data yang jelas; algoritma akan secara otomatis mengidentifikasi dan menandai titik-titik tersebut, mengurangi kebutuhan intervensi manual. Setelah data diekstraksi, WebPlotDigitizer memungkinkan ekspor data ke beberapa format populer seperti CSV (Comma Separated Values), JSON, atau Excel, sehingga data dapat dengan mudah diimpor dan dianalisis lebih lanjut menggunakan perangkat lunak statistik atau spreadsheet lainnya. Kombinasi fitur-fitur ini menjadikan WebPlotDigitizer sebagai alat yang komprehensif dan andal untuk kebutuhan digitasi data grafik.

## 3.2 Fitur Utama dan Langkah Penggunaan

Proses penggunaan WebPlotDigitizer terdiri dari beberapa tahapan yang sistematis dan mudah diikuti, sehingga dapat diakses oleh pengguna dari berbagai latar belakang, baik pemula maupun yang sudah berpengalaman.



Gambar 3.2: Diagram alur menggunakan WebPlotDigitizer.

Langkah-langkah untuk memperoleh data numerik dari data grafik menggunakan WebPlotDigitiser diilustrasikan pada Gambar 3.2.

### 3.2.1 Akses dan Persiapan

Langkah pertama dalam menggunakan WebPlotDigitizer adalah mengakses aplikasi melalui situs resminya di <https://automeris.io/WebPlotDigitizer/>. Aplikasi berbasis web ini dapat berkerja pada *platform* sistem operasi yang berbeda dan tanpa perlu diinstal pada perangkat lokal.

Setelah halaman utama terbuka, *user* dapat langsung memulai proses ekstraksi data dengan mengunggah gambar grafik yang akan dianalisis. WebPlotDigitizer mendukung berbagai format file gambar yang umum digunakan dalam publikasi ilmiah, seperti PNG, JPEG, GIF, dan PDF. Pengguna cukup memilih file dari komputer, lalu mengunggah ke aplikasi melalui antarmuka yang intuitif.

Kualitas gambar grafik yang diunggah mempengaruhi hasil akhir. Gambar yang jelas dan tidak buram akan memudahkan proses kalibrasi sumbu dan deteksi titik data pada langkah-langkah berikutnya. Jika grafik diambil dari dokumen PDF, pengguna dapat memanfaatkan fitur *crop* atau *snapshot* untuk mengekstrak bagian grafik saja, sehingga file yang diunggah lebih fokus dan mudah diproses oleh aplikasi.

Dengan kemudahan akses dan fleksibilitas format file yang didukung, tahap persiapan ini menjadi sangat efisien, sehingga *user* dapat dengan cepat memulai proses ekstraksi data dari grafik.

### 3.2.2 Kalibrasi Sumbu

Setelah gambar grafik berhasil diunggah, langkah berikutnya adalah melakukan kalibrasi sumbu. Tahap ini merupakan fondasi utama untuk memastikan akurasi data yang akan diekstraksi. Kalibrasi sumbu bertujuan untuk memberitahu WebPlotDigitizer mengenai skala numerik yang digunakan pada sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) dari grafik yang diunggah.

Proses kalibrasi dimulai dengan *user* menentukan dua titik referensi pada masing-masing sumbu. Untuk sumbu X, *user* akan mengklik dua lokasi pada sumbu horizontal yang nilai numeriknya diketahui dengan pasti (misalnya, titik 0 dan titik 100 pada sumbu X). Setelah mengklik lokasi fisik pada gambar, *user* akan diminta untuk memasukkan nilai numerik yang sesuai dengan titik tersebut. Proses yang sama kemudian diulang untuk sumbu Y, dengan memilih dua titik referensi pada sumbu vertikal dan memasukkan nilai numeriknya.

Tanpa kalibrasi yang tepat, WebPlotDigitizer tidak akan dapat mengonversi posisi piksel pada gambar menjadi nilai data numerik yang akurat. Misalnya, jika sebuah titik data berada di tengah-tengah antara dua titik kalibrasi, WebPlotDigitizer akan menggunakan skala yang telah didefinisikan untuk menghitung nilai numerik yang tepat dari titik tersebut. Akurasi kalibrasi secara langsung memengaruhi validitas data yang diekstraksi; kesalahan kecil dalam penentuan titik kalibrasi atau input nilai numerik dapat menyebabkan deviasi signifikan pada seluruh data yang dihasilkan. Oleh karena itu, *user* disarankan untuk memilih titik kalibrasi yang jelas, mudah diidentifikasi, dan memiliki nilai numerik yang presisi pada grafik asli. Untuk membantu *user* menempatkan titik kalibrasi dengan lebih akurat, WebPlotDigitizer menyediakan fitur *zoom in/out*.

### 3.2.3 Ekstraksi Data

Setelah proses kalibrasi sumbu selesai dan skala grafik telah terdefinisi dengan baik, langkah selanjutnya adalah melakukan ekstraksi data dari grafik. Pada tahap ini, WebPlotDigitizer menawarkan dua mode utama yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik grafik yang dianalisis, yaitu mode otomatis dan mode manual.

Pada **mode otomatis**, WebPlotDigitizer memanfaatkan algoritma deteksi citra untuk mengidentifikasi dan mengekstrak titik-titik data secara langsung dari area grafik. *User* cukup menentukan area grafik yang ingin dianalisis, kemudian aplikasi akan secara otomatis mencari dan menandai titik-titik data berdasarkan warna, bentuk, atau pola tertentu yang ada pada grafik. Mode ini sangat efisien untuk grafik dengan banyak titik data yang terdefinisi dengan jelas, seperti scatter plot dengan warna kontras atau grafik batang dengan batas yang jelas. Mode otoma-

tis dapat mengekstrak data dalam jumlah besar dengan waktu pemrosesan yang pendek, sehingga dapat menghemat waktu.

**Mode manual** memberikan kontrol penuh kepada *user* untuk memilih titik data satu per satu menggunakan mouse. *User* dapat mengklik langsung pada setiap titik data yang ingin diekstrak, sehingga tingkat presisi dan akurasi dapat lebih terjaga, terutama pada grafik yang kompleks, buram, atau memiliki titik data yang saling berdekatan. Mode manual juga sangat berguna ketika grafik mengandung *noise visual*, warna yang mirip, atau ketika algoritma otomatis kesulitan membedakan antara data dan elemen lain pada gambar. Dengan mode ini, *user* dapat memastikan bahwa hanya titik data yang benar-benar relevan yang diekstrak, sehingga hasil akhir lebih akurat.

Kedua mode ini dapat digunakan secara bergantian atau dikombinasikan sesuai kebutuhan. WebPlotDigitizer juga menyediakan fitur tambahan seperti pengelompokan titik data berdasarkan warna atau layer, serta kemampuan untuk mengedit atau menghapus titik yang sudah dipilih. Dengan fleksibilitas ini, proses ekstraksi data menjadi lebih adaptif terhadap berbagai jenis dan kualitas grafik.

### 3.2.4 Ekspor Data

Setelah seluruh titik data berhasil diekstraksi dan diverifikasi, langkah terakhir dalam proses penggunaan WebPlotDigitizer adalah mengekspor data ke format file yang sesuai untuk analisa lanjutan. WebPlotDigitizer menyediakan berbagai opsi ekspor data yang fleksibel, sehingga hasil ekstraksi dapat dengan mudah diintegrasikan ke dalam alur kerja penelitian.

*User* dapat memilih untuk mengekspor data ke dalam format **CSV** (*Comma Separated Values*), yang merupakan format standar dan sangat kompatibel dengan berbagai perangkat lunak statistik maupun spreadsheet seperti Microsoft Excel, Google Sheets, dan LibreOffice Calc. Format CSV memudahkan *user* untuk melakukan pengolahan data lebih lanjut, seperti pembuatan grafik ulang, perhitungan statistik, atau penggabungan dengan dataset lain.

Selain CSV, WebPlotDigitizer juga mendukung ekspor ke format **JSON** (JavaScript Object Notation), yang sangat berguna untuk aplikasi pemrograman dan pengolahan data berbasis web. Format JSON memudahkan integrasi data ke dalam skrip atau aplikasi berbasis Python, R, atau JavaScript.

Data hasil ekstraksi juga dapat diekspor langsung ke format **Excel** (.xlsx). Dengan format ini, pengguna dapat langsung membuka file hasil ekstraksi di Microsoft Excel tanpa perlu konversi tambahan, sehingga proses analisis menjadi lebih efisien.

## Bab 4

### Pembahasan dan Diskusi

#### 4.1 Ekstraksi Data dari Grafik XY

Ekstraksi data dari grafik XY merupakan salah satu aplikasi paling umum dari WebPlotDigitizer, terutama dalam penelitian ilmiah yang sering menyajikan hubungan antara dua variabel, seperti waktu dan suhu. Proses ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh kembali data numerik yang hanya tersedia dalam bentuk visual, sehingga dapat digunakan untuk analisis statistik lanjutan, replikasi, atau meta-analisis.

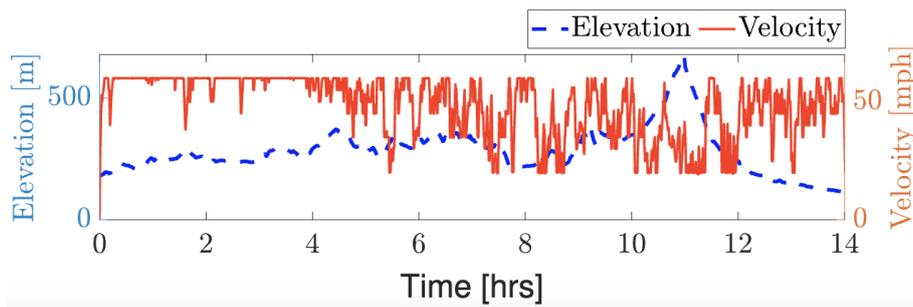
Sebagai ilustrasi, misalkan terdapat sebuah grafik garis atau scatter plot yang menggambarkan perubahan suhu (sumbu Y) terhadap waktu (sumbu X). Berikut adalah tahapan prosedur ekstraksi data yang dilakukan menggunakan WebPlotDigitizer:

1. **Unggah file grafik.** Langkah pertama adalah menyiapkan file gambar grafik yang akan diekstrak, baik dalam format PNG, JPEG, GIF, maupun PDF. File ini kemudian diunggah ke WebPlotDigitizer melalui antarmuka web. Disarankan untuk menggunakan gambar dengan resolusi tinggi agar detail grafik, seperti titik data dan sumbu, dapat terlihat jelas.
2. **Kalibrasi sumbu.** Setelah gambar berhasil diunggah, *user* melakukan kalibrasi sumbu dengan menetapkan dua titik referensi pada masing-masing sumbu X dan Y. Misalnya, pada sumbu X (waktu), *user* dapat memilih titik pada posisi 0 dan 60 menit, lalu memasukkan nilai numeriknya. Proses serupa dilakukan pada sumbu Y (suhu), misalnya pada titik 20°C dan 80°C. Kalibrasi yang akurat sangat penting agar data yang diekstrak benar-benar merepresentasikan nilai numerik pada grafik asli.
3. **Ekstraksi data dengan mode otomatis.** Setelah kalibrasi selesai, *user* dapat memilih mode otomatis untuk mengekstrak titik-titik data dari grafik.

WebPlotDigitizer akan secara otomatis mendeteksi dan menandai titik-titik data berdasarkan warna atau pola yang ada pada grafik. Setelah proses ekstraksi selesai, sangat disarankan untuk memverifikasi akurasi hasil ekstraksi dengan membandingkan posisi titik data yang terdeteksi dengan data asli (jika tersedia) atau dengan visualisasi grafik.

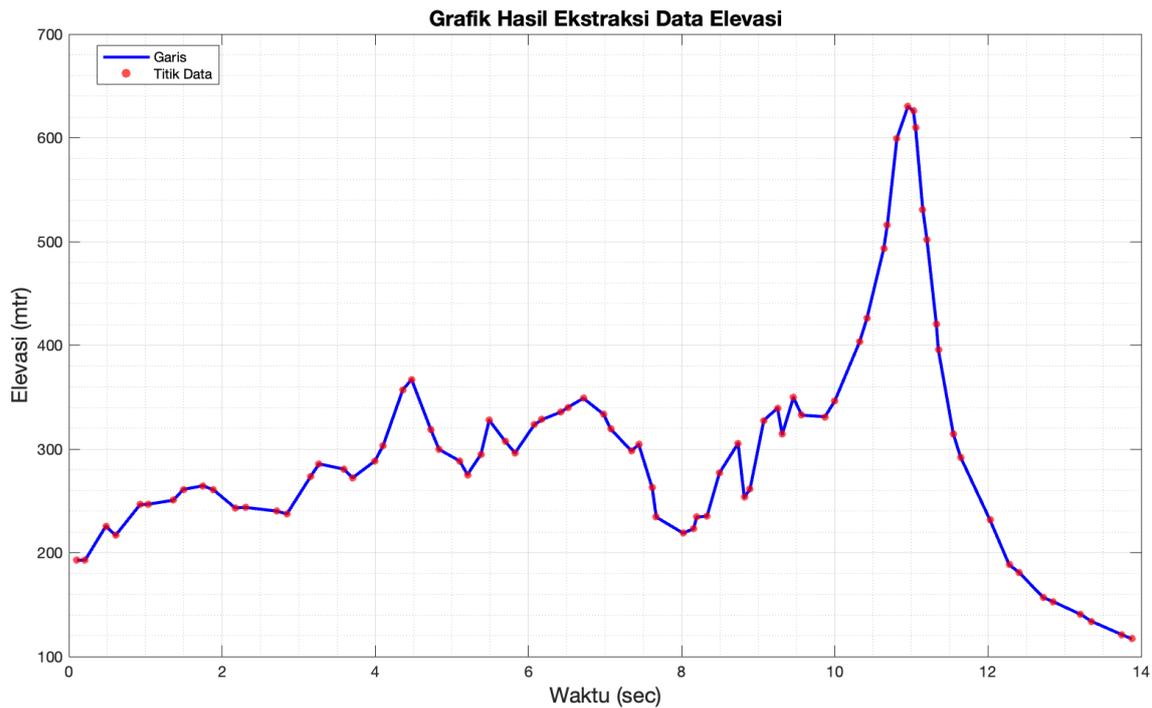
4. **Ekspor data ke file CSV.** Setelah semua titik data berhasil diekstrak dan diverifikasi, data dapat diekspor ke dalam file CSV. Format ini sangat fleksibel dan dapat dibuka di berbagai perangkat lunak analisis data seperti Microsoft Excel, Google Sheets, Python (pandas), atau R. Dengan demikian, data hasil ekstraksi siap untuk dianalisis lebih lanjut, divisualisasikan ulang, atau digunakan dalam penelitian lanjutan.

Melalui prosedur ini, WebPlotDigitizer memudahkan peneliti untuk memperoleh kembali data numerik dari grafik XY dengan cepat, akurat, dan efisien, tanpa harus melakukan digitasi manual yang memakan waktu dan rentan kesalahan.



Gambar 4.1: Contoh grafik XY: Grafik asli [9]

Gambar 4.1 menunjukkan data visual yang terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Ahuja et al. [9]. Pada gambar tersebut terdapat dua grafik, yaitu grafik elevasi dan grafik kecepatan. Dengan menggunakan WebPlotDigitizer, data visual elevasi dapat diekstraksi menjadi data numerik dan ditampilkan kembali menjadi grafik pada gambar 4.2.



Gambar 4.2: Grafik hasil ekstraksi dari data visual elevasi pada gambar 4.1

## 4.2 Analisis Hasil Ekstraksi

Pada gambar 4.2, hasil ekstraksi data menunjukkan bahwa:

- Data yang diperoleh memiliki tingkat akurasi yang tinggi untuk grafik dengan sumbu yang jelas.
- Mode otomatis efektif untuk grafik dengan tingkat kompleksitas rendah hingga sedang.
- Pada grafik yang memiliki noise tinggi atau ketidakjelasan visual, mode manual memberikan hasil yang lebih baik. Pada data visual menampilkan dua grafik, sehingga digunakan mode manual untuk mengenali grafik elevasi.

## 4.3 Diskusi

### 4.3.1 Kelebihan WebPlotDigitizer

WebPlotDigitizer memiliki sejumlah keunggulan yang menjadikannya salah satu alat paling populer dan banyak direkomendasikan untuk ekstraksi data dari grafik dalam berbagai bidang penelitian.

Pertama adalah **aksesibilitas yang tinggi** karena aplikasi ini sepenuhnya berbasis web. Pengguna tidak perlu mengunduh atau menginstal perangkat lunak tambahan, sehingga dapat langsung mengakses dan menggunakan alat ini melalui browser di berbagai sistem operasi, baik Windows, MacOS, maupun Linux. Hal ini sangat memudahkan peneliti yang bekerja di lingkungan dengan perangkat keras atau sistem operasi yang beragam, serta memungkinkan penggunaan secara fleksibel di berbagai lokasi.

Kedua adalah **kombinasi mode manual dan otomatis** yang ditawarkan oleh WebPlotDigitizer. Mode otomatis memungkinkan *user* untuk mengekstrak data dari grafik dengan cepat, terutama pada grafik yang memiliki titik data yang jelas dan terdefinisi dengan baik. Sementara itu, mode manual memberikan kontrol penuh kepada *user* untuk memilih titik data satu per satu, sehingga sangat berguna untuk grafik yang kompleks, buram, atau memiliki noise visual. Kombinasi kedua mode ini memberikan fleksibilitas tinggi, karena *user* dapat memilih metode ekstraksi yang paling sesuai dengan karakteristik grafik yang sedang dianalisis.

Ketiga, WebPlotDigitizer juga menawarkan **kemudahan ekspor data ke berbagai format file**, seperti CSV. Fitur ini sangat penting untuk mendukung analisis lanjutan, karena data hasil ekstraksi dapat langsung diimpor ke perangkat lunak statistik atau pemrograman seperti Python atau Excel. Dengan demikian, proses integrasi data menjadi lebih efisien dan tidak memerlukan konversi tambahan yang dapat menimbulkan risiko kesalahan.

### 4.3.2 Keterbatasan

Meskipun WebPlotDigitizer menawarkan berbagai keunggulan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan oleh *user* agar dapat mengantisipasi potensi masalah selama proses ekstraksi data.

Pertama, **kinerja ekstraksi dapat menurun pada grafik dengan tingkat kebisingan (noise) yang tinggi**. Grafik yang memiliki banyak elemen visual tidak relevan, seperti garis latar, watermark, grid yang tebal, atau warna yang saling tumpang tindih, dapat menyulitkan algoritma deteksi otomatis dalam mengidentifikasi titik data yang sebenarnya. Dalam kondisi seperti ini, hasil ekstraksi otomatis sering kali kurang akurat, sehingga *user* harus melakukan penyesuaian manual untuk memastikan data yang diambil benar-benar sesuai dengan grafik asli. Hal ini dapat mengurangi efisiensi, terutama jika jumlah titik data sangat banyak atau grafik sangat padat.

Kedua, **WebPlotDigitizer sangat bergantung pada koneksi internet** karena seluruh proses dijalankan secara online melalui browser. Ketergantungan ini dapat menjadi kendala di lingkungan dengan akses internet yang tidak stabil atau

terbatas, misalnya di daerah terpencil, atau jaringan yang lemah. Selain itu, jika terjadi gangguan pada server atau pemeliharaan situs, akses ke aplikasi juga dapat terhambat.

Ketiga, **grafik yang sangat kompleks masih memerlukan penyesuaian manual agar mendapatkan hasil optimal**. Meskipun WebPlotDigitizer menyediakan mode otomatis yang sangat membantu untuk grafik sederhana, pada grafik dengan banyak kurva yang saling tumpang tindih, titik data yang sangat rapat, atau variasi warna yang minim, mode otomatis sering kali tidak mampu membedakan data dengan presisi tinggi. Dalam kasus seperti ini, *user* harus beralih ke mode manual dan menandai titik data satu per satu, yang tentu saja membutuhkan waktu dan ketelitian ekstra. Hal ini juga berlaku untuk grafik yang kualitas gambarnya rendah atau mengalami distorsi akibat proses pemindaian.

Dengan memahami keterbatasan-keterbatasan ini, peneliti dapat lebih bijak dalam memilih metode ekstraksi yang sesuai, serta melakukan persiapan dan penyesuaian yang diperlukan untuk memperoleh hasil data yang akurat dan dapat diandalkan.

## Bab 5

### Kesimpulan dan Saran

#### 5.1 Kesimpulan

WebPlotDigitizer telah terbukti menjadi solusi yang efisien dan akurat dalam proses ekstraksi data dari berbagai jenis grafik, baik untuk keperluan penelitian ilmiah, meta-analisis, maupun verifikasi hasil studi terdahulu. Dengan fitur-fitur unggulan seperti kalibrasi sumbu yang presisi, pilihan mode ekstraksi otomatis dan manual, serta kemampuan ekspor data ke berbagai format file seperti CSV dan Excel, alat ini memberikan kemudahan dan fleksibilitas tinggi bagi para peneliti. Proses ekstraksi data yang sebelumnya memakan waktu dan rentan kesalahan kini dapat dilakukan dengan lebih cepat, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan.

Nilai tambah WebPlotDigitizer semakin terasa dengan aksesibilitasnya yang berbasis web, sehingga dapat digunakan di berbagai perangkat tanpa perlu instalasi tambahan. Integrasi hasil ekstraksi dengan berbagai software analitik seperti Python atau Excel juga sangat memudahkan proses analisis lanjutan, visualisasi ulang, maupun pengolahan data lebih lanjut.

Namun demikian, beberapa keterbatasan tetap perlu diperhatikan. Kinerja ekstraksi dapat menurun pada grafik dengan tingkat noise yang tinggi atau kualitas gambar yang rendah, sehingga dalam kasus tertentu masih diperlukan penyesuaian manual untuk memastikan akurasi data. Selain itu, ketergantungan pada koneksi internet dapat menjadi kendala di lingkungan dengan akses jaringan terbatas.

Secara keseluruhan, WebPlotDigitizer merupakan alat yang sangat berguna dan layak direkomendasikan bagi peneliti, mahasiswa, maupun profesional yang sering berhadapan dengan data dalam bentuk grafik. Dengan pemahaman yang baik terhadap fitur dan keterbatasannya, *user* dapat memaksimalkan potensi alat ini untuk mendukung kegiatan penelitian dan analisis data secara lebih efektif dan efisien.

## 5.2 Saran

Penggunaan WebPlotDigitizer dalam ekstraksi data grafik sangat bergantung pada kualitas gambar yang digunakan. Oleh karena itu, disarankan agar pengguna selalu menyiapkan gambar grafik dengan resolusi tinggi dan minim distorsi. Gambar yang buram, berpiksel, atau terdistorsi dapat menyebabkan kesalahan dalam proses digitasi, sehingga hasil ekstraksi data menjadi kurang akurat. Selain itu, proses kalibrasi sumbu pada aplikasi harus dilakukan dengan sangat teliti. Kalibrasi yang kurang tepat dapat menyebabkan pergeseran nilai data yang signifikan, sehingga mempengaruhi validitas hasil penelitian.

Bagi pengembang WebPlotDigitizer, penambahan fitur offline sangat diharapkan. Fitur ini akan sangat membantu pengguna yang memiliki keterbatasan akses internet atau bekerja di lingkungan dengan keamanan data yang ketat. Selain itu, pengembangan algoritma deteksi otomatis pada grafik yang lebih kompleks, seperti grafik dengan banyak kurva, warna, atau simbol yang saling tumpang tindih, juga perlu menjadi perhatian. Dengan perbaikan algoritma ini, keandalan dan akurasi aplikasi dalam mengekstraksi data dari berbagai jenis grafik akan semakin meningkat.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan uji validitas komparatif antara WebPlotDigitizer dan metode ekstraksi data lain, baik yang manual maupun berbasis perangkat lunak lain. Uji ini bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode, sehingga dapat ditemukan cara paling optimal dalam mengekstraksi data dari grafik. Selain itu, penelitian lanjutan juga dapat mengeksplorasi integrasi WebPlotDigitizer dengan perangkat lunak analisis data lain, sehingga proses ekstraksi dan analisis data dapat dilakukan secara lebih efisien dan terintegrasi.

## Bibliografi

- [1] Yang, W., He, J. & Zhang, X. Efficient extraction of experimental data from line charts using advanced machine learning techniques. *Graphical Models*. **139** pp. 101259 (2025), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1524070325000062>
- [2] Marin, F., Rohatgi, A. & Charlot, S. WebPlotDigitizer, a polyvalent and free software to extract spectra from old astronomical publications: application to ultraviolet spectropolarimetry. *ArXiv Preprint ArXiv:1708.02025*. (2017)
- [3] Hussey, I. Verification Report: A critical reanalysis of Vahey et al.(2015)“A meta-analysis of criterion effects for the Implicit Relational Assessment Procedure (IRAP) in the clinical domain”. *Journal Of Behavior Therapy And Experimental Psychiatry*. pp. 102015 (2025)
- [4] Drevon, D., Fursa, S. & Malcolm, A. Intercoder reliability and validity of WebPlotDigitizer in extracting graphed data. *Behavior Modification*. **41**, 323-339 (2017)
- [5] Aydin, O. & Yassikaya, M. Validity and reliability analysis of the PlotDigitizer software program for data extraction from single-case graphs. *Perspectives On Behavior Science*. **45**, 239-257 (2022)
- [6] Digitizer, I. How to extract data from graphs using plot digitizer or getdata graph digitizer. (2020)
- [7] Matsumoto, T., Yi, J. & Crawford, B. PNS210 A Comparison of Graph Digitization Software for the Reconstruction of Published Kaplan Meier Curves. *Value In Health*. **23** pp. S676 (2020)
- [8] Rohatgi, A. (2020). WebPlotDigitizer: A semi-automated tool for extracting data from plots, images, and maps. *SoftwareX*, 13, 100623. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2020.100623>
- [9] Ahuja, N., Bhaskar, K., Martin, J., Rahn, C. & Pangborn, H. MPC-Based Real-time Energy Management of Freight Hybrid Locomotives\*\*This research was supported by the U.S. Department of Energy through ARPAe grant number 148068.. *IFAC-PapersOnLine*. **58**, 648-653 (2024), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896325000394>, The 4th Modeling, Estimation, and Control Conference – 2024